第 19 講　太陽系の天体
PART1 太陽の構造

目標　太陽の大きさと内部構造について，それぞれ簡潔に説明できる。

Chapter1　太陽の構造

太陽は地球から最も近い恒星であると同時に，宇宙にごくありふれた恒星の 1 つであることがわかっています。ここでは，太陽の大きさや内部構造について学びましょう。

太陽の大きさ

・太陽の見かけの大きさ

ある地点から天体を見たときの直径や半径を角度で表したものを，それぞれ**視直径**，**視半径**という。太陽の視直径は，平均約（32′′ / 32′）である。

・太陽の真の大きさ

	太陽	地球	太陽÷地球
半径	7.0×10^5 km	6.4×10^3 km	（11 / 110）

太陽の内部

・太陽の質量と平均密度

	太陽	地球	太陽÷地球
質量	2.0×10^{30} kg	6.0×10^{24} kg	（33 / 33 万）
平均密度	1.4×10^3 kg/m^3	5.5×10^3 kg/m^3	0.26

・太陽を構成する元素

質量比でみると，約 7 割が（水素 / ヘリウム / 鉄），約 3 割が（水素 / ヘリウム / 鉄）である。

・核融合

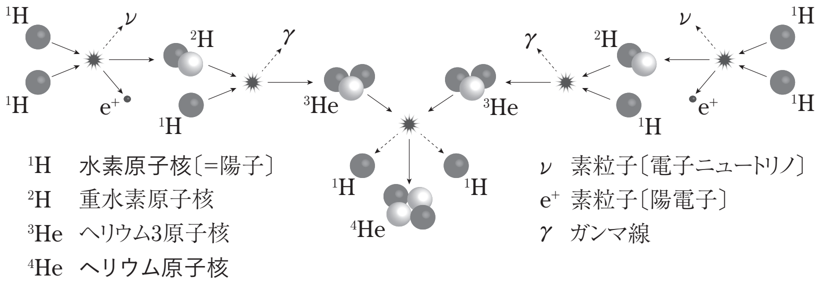
約（100 万 K / 1000 万 K）以上の高温条件では，次のような水素の核融合が起こる。

知っておこう

天文分野で扱われる長さや大きさは，地球や太陽の値との比として求められたものが多くあります。また，値が大きすぎて単位を m や kg にしてもイメージしにくいものがほとんどです。
基準となるものの値を頭に入れたうえで，その何倍なのかを意識するとよいでしょう。

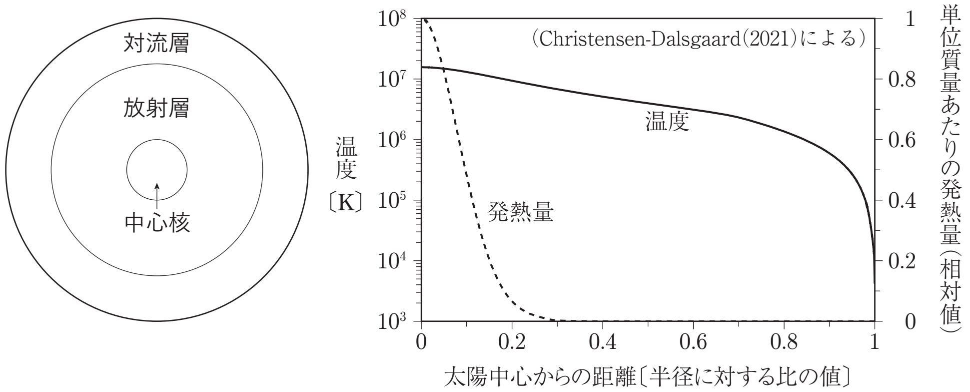
知っておこう

核融合では元となる原子核の質量の和よりも生成された原子核の質量の方が小さく，その質量の差がエネルギーへと変化されます。



→反応全体では，（2つ／4つ／6つ）の水素原子核が1つのヘリウム原子核へと変化する。

・**太陽の内部構造**



→太陽の中心核では水素の核融合が起こり，そのエネルギーがはじめおもに放射，その後はおもに対流により表面へと伝わる。

まとめ

・太陽の半径は，地球の半径の約＿＿＿倍である。

・太陽は質量の約7割を＿＿＿が占める。

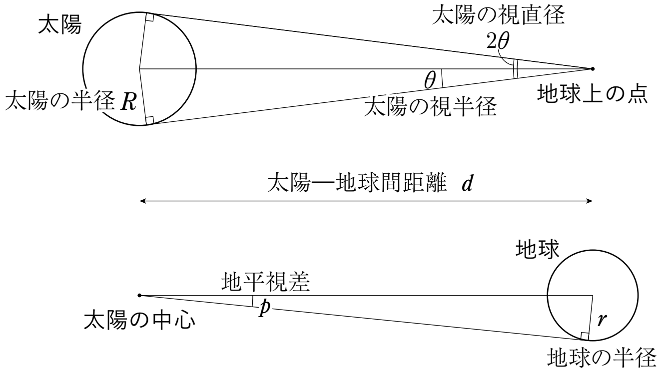
・太陽の中心核では＿＿個の水素原子核が1個の＿＿＿＿原子核となる＿＿＿＿が起こっている。

・エネルギーの伝わり方の違いにより，太陽の中心核のすぐ外側は＿＿＿層，その外側は＿＿＿層と呼ばれる。

Chapter2　演習問題

ここでは，太陽の大きさと内部構造について確認しましょう。

問題(1)　次の図は，太陽の半径を推定する方法に関する模式図です。太陽の半径について述べた下の文章中の空欄［　**ア**　］～［　**ウ**　］に入る式を θ, p, R, r, d のうち必要なものを用いて答えましょう。



太陽を地球から見たときの見かけの直径を角度で表したものを視直径という。また，その半分にあたる角を視半径という。

ある天体を地球の中心から見た方向と地上の観測点から見た方向のずれを地心視差という。特に，地上の観測点から見て天体が地平線上にあるときの地心視差を地平視差という。

上の図中の直角三角形について三角比を考えると，

$$\sin\theta = [\quad \textbf{ア} \quad]$$
$$\sin p = [\quad \textbf{イ} \quad]$$

が成り立つ。

視半径や地平視差は微小な角であり，微小な角 a について

$$\sin a = a$$

と近似できる〔ただし，角は弧度法で表す〕ことを用いると，

$$\frac{R}{r} = [\quad \textbf{ウ} \quad]$$

と表せる。

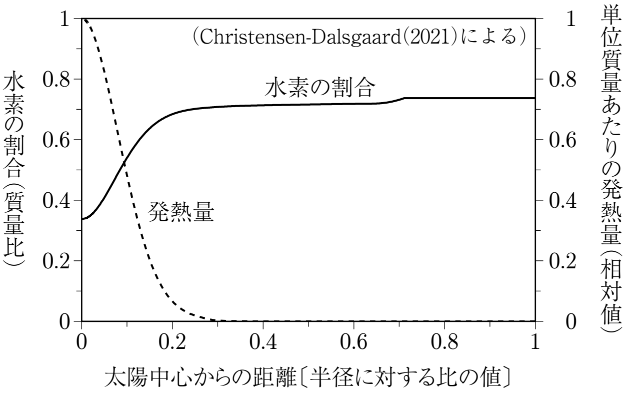
知っておこう

微小な角 a について　$\sin a = a$ と近似できることは，図中の直角三角形を扇形で近似できる，と言い換えることもできます。

確かに，地球と太陽は遠く離れているので，太陽の中心から地球の中心までの距離と，太陽の中心から地表の点までの距離はほぼ等しいと考えてもよさそうですね。

問題(2) 太陽の地平視差を 8.9″，太陽の視直径を 32′ とします。太陽の半径は地球の半径の何倍か，上から 2 桁の概数で答えましょう。

問題(3) 次の図は，太陽中心からの距離と，その地点における水素の割合や単位質量あたりの発熱量との関係を表しています。太陽の内部構造について述べた下の文章中の（　　　）について，正しいものを選びましょう。



上の図からは，太陽中心の近くでのみ発熱が起こっていることが読み取れる。また，この発熱が起こっている領域では，その外側より水素の割合が小さくなっている。

太陽の中心付近では温度が約（6000 K / 1000 万 K）に達し，水素の原子核（2 つ / 4 つ）が（ヘリウム / 鉄）の原子核 1 つになる（核分裂 / 核融合）が起こっている。この反応は水素を消費して大きなエネルギーを放出するため，上の図に示されるような水素の割合や発熱量の分布になっていると考えることができる。

中心付近で放出されたエネルギーは，太陽半径の 0.7 倍程度までおもに（対流 / 放射），その外側ではおもに（対流 / 放射）により伝わる。表面まで伝わったエネルギーは，（可視光線 / 赤外線）の領域でエネルギーが最大となる電磁波として宇宙空間に放射されている。

第19講 PART1 確認問題

問 1　次の文章を読み，下の問いに答えよ。

太陽は地球から最も近い恒星である。太陽の半径は約（　ア　）km で地球の約（　イ　）倍, 質量は約（　ウ　）kg で, 地球の約（　エ　）倍である。

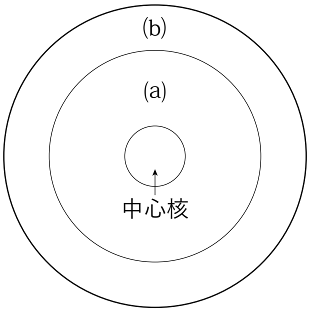
⑴　空欄ア，イに入る数値の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① ア：7.0×10^5　イ：110
② ア：7.0×10^5　イ：1100
③ ア：7.0×10^8　イ：110
④ ア：7.0×10^8　イ：1100

⑵　空欄ウ，エに入る数値の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① ウ：2.0×10^{30}　エ：3300
② ウ：2.0×10^{30}　エ：33 万
③ ウ：2.0×10^{33}　エ：3300
④ ウ：2.0×10^{33}　エ：33 万

問2 次の図は，太陽の内部構造を示したものである。下の問いに答えよ。



(1) 太陽の中心核で起こっている核融合として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① 1つのヘリウム原子核が2つの水素原子核に変わる。
② 1つのヘリウム原子核が4つの水素原子核に変わる。
③ 2つの水素原子核が1つのヘリウム原子核に変わる。
④ 4つの水素原子核が1つのヘリウム原子核に変わる。

(2) 太陽の構造として，(a)と(b)の部分の組合せとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

① (a) 放射層 (b) 対流層
② (a) 放射層 (b) 伝導層
③ (a) 対流層 (b) 放射層
④ (a) 対流層 (b) 伝導層

第 19 講　太陽系の天体

PART1　太陽の構造

問題(1)　ア：$\frac{R}{d}$　イ：$\frac{r}{d}$　ウ：$\frac{\theta}{p}$

問題(2)　110

問題(3)　1000 万 K，４つ，ヘリウム，核融合，放射，対流，可視光線

PART2　太陽の表層

問題(1)　110

ア：340　イ：0.94

大きい

問題(2)　40°

ウ：27

3°

エ：43°

オ：25

問題(3)　放射層，小さい

PART3　太陽活動の地球への影響

問題(1)　大気上端，長い，0.1%，1.04，1.08，小さい

問題(2)　正の相関をもつ，低い，小さい，小さく，白斑，高い

PART4　太陽系の惑星

問題(1)　地球型惑星，木星型惑星

問題(2)　A：水星　B：火星　C：土星　D：木星

問題(3)　0.1，$\frac{S}{r^2}$，0.1

問題(4)　X は金星であり，二酸化炭素を主成分とする厚い大気をもつため，その強い温室効果により表面温度が高くなっている。

PART5　太陽系のさまざまな天体

問題⑴　細長い，球状

問題⑵　太陽系外縁天体，真円に近い，同じような，小惑星，同じような，同じ

問題⑶　小さく，小さい

第19講　PART1　確認問題　解答

問1

(1)　①

解説：

太陽の半径は約 7.0×10^5 km で，地球の約 110 倍である。

(2)　②

解説：

太陽の質量は約 2.0×10^{30} kg で，地球の約 33 万倍である。

問2

(1)　④

解説：

太陽の中心核の高温条件では，水素の核融合が起こり，4 つの水素原子核が 1 つのヘリウム原子核に変化する。

(2)　①

解説：

太陽の中心核では，水素の核融合が起こり，そのエネルギーは，はじめはおもに放射，その後はおもに対流により表面へと伝わる。